

(897M)

Entgegenhaltung 2:

JP Pat.-Offenlegungsschrift Nr. 9-233738 vom 05.09.1997

Anmeldung Nr. 8-31724 vom 20.02.1996

Anmelder: K.K. Toshiba, Kanagawa-ken (JP)

Titel: Elektrische Rotationsmaschine

...

[0008] Mittel zum Lösen der Aufgabe: Das erste Mittel der vorliegenden Erfindung ist mit

- einem Rotor, der einen Schaft und einen Permanentmagneten aufweist,
- einem Radiallager, das den Schaft des Rotors lagert,
- einem zylindrischen Ständerjoch, das den Permanentmagneten umgebend vorgesehen ist, und
- einer Spule, die an der Innenseite des Ständerjochs angeordnet ist und dem Permanentmagneten gegenüberliegt, versehen, wobei das Ständerjoch aus einem Kunststoff gefertigt ist, dem ein dünner magnetischer Körper beigemischt ist.

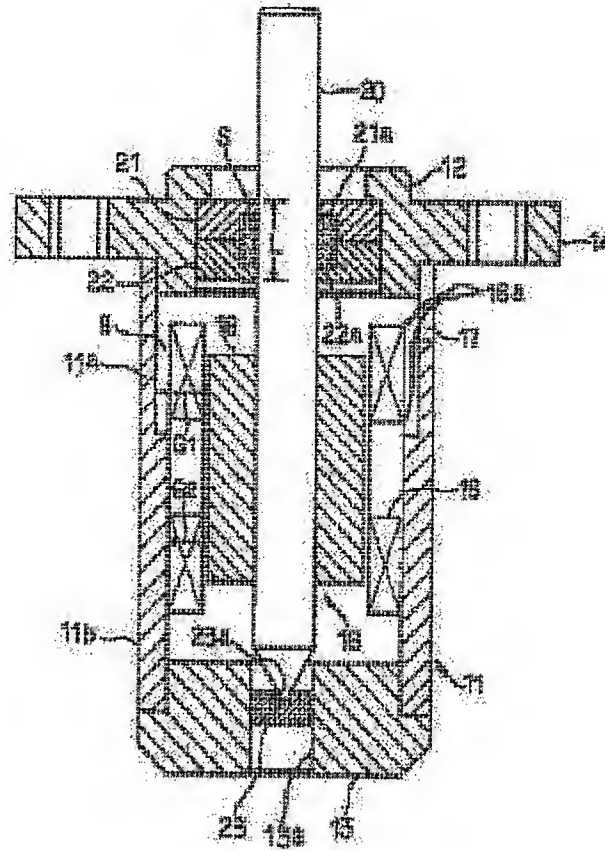
[0009] Gemäß diesem Mittel ist das Ständerjoch aus einem Kunststoff gefertigt, dem ein schmaler magnetischer Körper beigemischt ist, so dass die Erzeugung des Wirbelstroms auch beim in hoher Geschwindigkeit drehenden Rotor nicht erfolgt. Auch wenn der Wirbelstrom erzeugt

werden sollte, kann dies auf einen geringen Strom
unterdrückt werden.

...

Zusammenfassung von **JP 9233738 (A)**

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent an eddy current from flowing in a stator yoke, and prevent a shaft from vibrating in the axial direction, without equipping a bearing with pre-load mechanism, when a rotor rotates at a high speed in the case that a permanent magnet type rotor is installed. **SOLUTION:** A stator yoke 11 is formed of resin in which magnetic powder subjected to electric insulation is mixed. In this case, the inner peripheral surface of the stator yoke 11 is made a stepped type. Thereby the magnetizing force of the upper side of a permanent magnet 19 of a rotor 18 is made larger than that of the lower side, so that a downward deflection force is applied to the rotor 18. The downward deflection force of the rotor 18 is received by the bearing 23.



ROTATING ELECTRIC MACHINE

Publication number: JP9233738 (A)

Publication date: 1997-09-05

Inventor(s): SHINOHARA TAKESHI

Applicant(s): TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO

Classification:

- international: H02K1/02; H02K1/06; H02K1/12; H02K5/167; H02K21/14; H02K1/00; H02K1/06; H02K1/12; H02K5/167; H02K21/14; (IPC1-7): H02K1/02; H02K1/06; H02K1/12; H02K5/167; H02K21/14

- European:

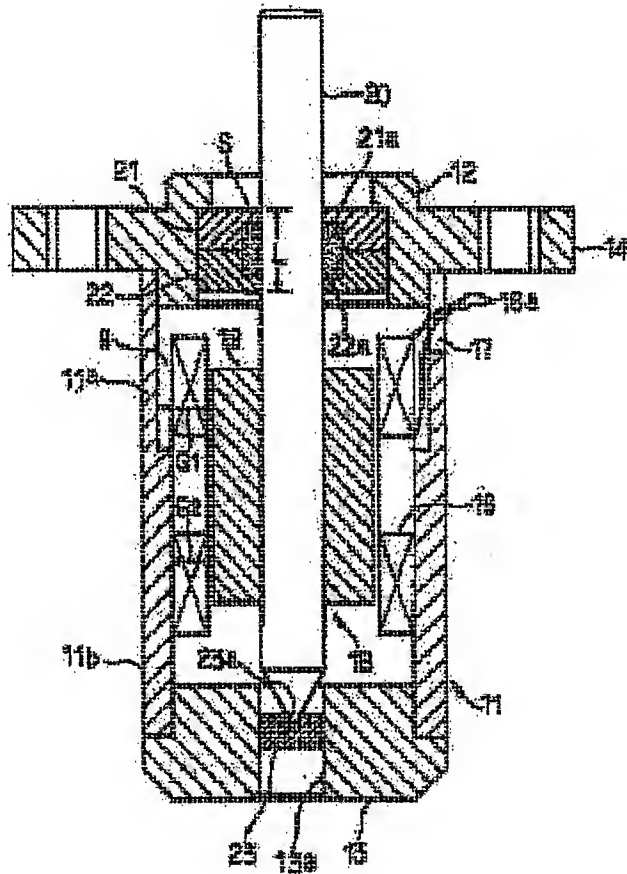
Application number: JP19960031724 19960220

Priority number(s): JP19960031724 19960220

Abstract of JP 9233738 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent an eddy current from flowing in a stator yoke, and prevent a shaft from vibrating in the axial direction, without equipping a bearing with pre-load mechanism, when a rotor rotates at a high speed in the case that a permanent magnet type rotor is installed.

SOLUTION: A stator yoke 11 is formed of resin in which magnetic powder subjected to electric insulation is mixed. In this case, the inner peripheral surface of the stator yoke 11 is made a stepped type. Thereby the magnetizing force of the upper side of a permanent magnet 19 of a rotor 18 is made larger than that of the lower side, so that a downward deflection force is applied to the rotor 18. The downward deflection force of the rotor 18 is received by the bearing 23.



特開平9-233738

(43) 公開日 平成9年(1997)9月5日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 2 K	1/02		H 0 2 K	1/02 Z
	1/06			1/06 Z
	1/12			1/12 B
	5/167			5/167 B
	21/14			21/14 M

審査請求 未請求 請求項の数11 OL (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平8-31724

(22) 出願日 平成8年(1996)2月20日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 篠原 剛

愛知県瀬戸市穴田町991番地 株式会社東

芝愛知工場内

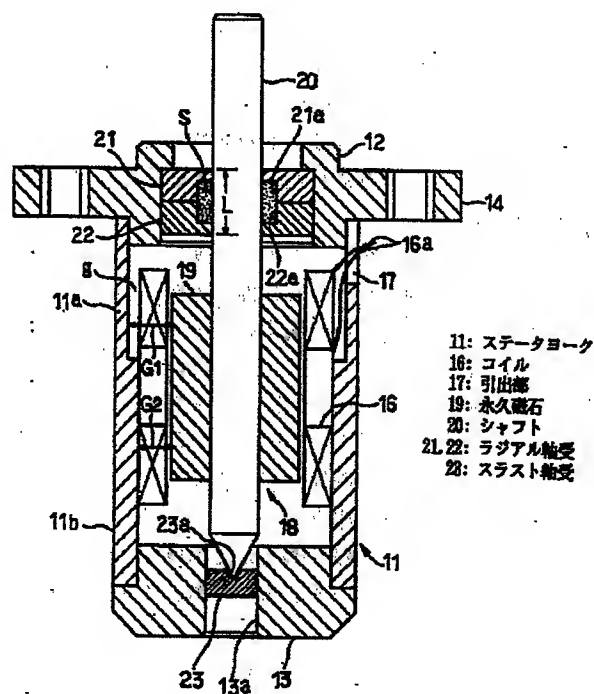
(74) 代理人 弁理士 佐藤 強

(54) 【発明の名称】 回転電機

(57) 【要約】

【課題】 永久磁石形ロータを備えた回転電機において、ロータが高速回転してもステータヨークに渦電流が発生するおそれがなく、また、軸受に予圧機構を設けなくともシャフトの軸方向の振れを防止することができるようにする。

【解決手段】 ステータヨーク11を電気的絶縁が施された磁性粉を混入した樹脂により形成する。このとき、ステータヨーク11の内周面を段付き状とすることにより、ロータ18の永久磁石19の磁束によるステータヨーク11の磁化力が上側よりも下側の方が大きくなるようにし、ロータ18に下向きの偏倚力が作用するようにする。そして、ロータ18の下向きの偏倚力をスラスト軸受23により受ける。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 シャフト及び永久磁石を有するロータと、
このロータのシャフトを支承するラジアル軸受と、
前記永久磁石を取り巻くように設けられた筒状のステータヨークと、
このステータヨークの内側に配設され、前記永久磁石と対向するコイルとを具備し、
前記ステータヨークを、細状磁性体を混入してなる樹脂により形成したことを特徴とする回転電機。

【請求項2】 細状磁性体の表面には、電気的絶縁処理が施されていることを特徴とする請求項1記載の回転電機。

【請求項3】 コイルは、ステータヨークの内周面に直接接着されていることを特徴とする請求項2記載の回転電機。

【請求項4】 シャフト及び永久磁石を有するロータと、
このロータのシャフトを支承するラジアル軸受と、
前記シャフトの一端側を支持して該シャフトのスラスト荷重を受けるスラスト軸受と、
前記永久磁石を取り巻くように設けられた筒状のステータヨークと、
このステータヨークの内側に配設され、前記永久磁石と対向するコイルとを具備し、
前記永久磁石の磁束による前記ステータヨークの磁化力が、該ステータヨークの軸方向両側のうち、前記スラスト軸受側の方がその反対側よりも大きくなるように構成したことを特徴とする回転電機。

【請求項5】 ステータヨークの内周面を、スラスト軸受とは反対側の内径寸法がスラスト軸受側の内径寸法よりも大きい段付き状に形成することにより、永久磁石の磁束によるステータヨークの磁化力が、該ステータヨークの軸方向両側のうち、スラスト軸受側の方がその反対側よりも大きくなるようにしたことを特徴とする請求項4記載の回転電機。

【請求項6】 ステータヨークの内周面を、スラスト軸受側からその反対側に向かって拡開するテーパー状に形成することにより、永久磁石の磁束によるステータヨークの磁化力が、該ステータヨークの軸方向両側のうち、スラスト軸受側の方がその反対側よりも大きくなるようにしたことを特徴とする請求項4記載の回転電機。

【請求項7】 コイルの両端の引出線をステータヨーク内から外部に引き出す引出部は、ステータヨークの軸方向両側のうち、スラスト軸受側とは反対側の内径寸法の大なる部分に設けられていることを特徴とする請求項5記載の回転電機。

【請求項8】 ステータヨークは細状磁性体を混入してなる樹脂により形成されていると共に、該ステータヨークにスラスト軸受を装着する軸受ハウジングが一体に形

成されていることを特徴とする請求項4記載の回転電機。

【請求項9】 ラジアル軸受は、平軸受を複数個組み合わせさせて構成されていることを特徴とする請求項1または4記載の回転電機。

【請求項10】 ラジアル軸受の一端側の内径は径大に形成され、複数個の各ラジアル軸受は内径の径大側が他のラジアル軸受と対向するように組み合わせられていることを特徴とする請求項9記載の回転電機。

【請求項11】 シャフトの一端部は先端状に形成され、スラスト軸受はシャフトの先端状の一端部を受ける円錐状凹部を形成した硬質材料製のピボット軸受により構成されていることを特徴とする請求項4記載の回転電機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は永久磁石形のロータを備えた回転電機に係り、特にステータヨークに渦電流が発生することを防止すると共に、ロータのシャフトの軸方向の振れを防止するための構成を簡素化したものに関する。

【0002】

【従来の技術】一般にラジアルギャップ式の小形ブラシレスモータでは、円筒状のステータヨークに鉄材製（例えばステンレス鋼）のものを使用している。このため、電気的絶縁性の点からステータヨークの内周面にコイルを直接取り付けことはできず、ステータヨークにメッキにより電気的絶縁層を形成してコイルを接着したり、或いは図7に示すような内側に突起1aを有したプラスチック製のリング1を複数個積み重ね、そして図6に示すように、それら積み重ねられたリング1群の軸方向両側に突起1aに重ねられる突片2aを内側に有したプラスチック製の短円筒状部材2を配置して、それらリング1の突起1aと突片2aにより構成される突条部分にコイル3を装着して電気的に絶縁した状態でステータヨーク4の内側に配設したりしている。

【0003】また、ロータ5のシャフト6の軸受としては、一般にボールベアリング7、7が用いられている。ボールベアリング7では、アウトレース7aとインナーレース7bとの間にがたが存在するため、そのがたつきを防止してシャフト5が軸方向に振れることのないようにするために、一方のボールベアリング7のインナーレース7aとロータ5の永久磁石8との間に圧縮スプリング9を設けると共に、他方のボールベアリング7のインナーレース7aと永久磁石8との間にスペーサ10を設けて両ボールベアリング7、7に予圧を与えるようにしている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記構成のモータでは、ステータヨーク5が導電材である鉄材製であるた

め、コイルとの間の電氣的絶縁を図る必要があり、そのためにメッキ処理や複数のリング1、短円筒状部材2を必要とし、コスト高となる。

【0005】しかも、ロータ5を高速回転させると、ステータヨーク4に渦電流が発生して無駄なモータ電流が増加したり、渦電流によってステータヨーク4が発熱してボールベアリング7、7の温度が上がり、その寿命低下をもたらしたりする等の問題を生ずる。

【0006】また、シャフト6の軸方向の振れを防止するために、圧縮スプリング9、スペーサ10からなるボールベアリング7、7の予圧機構が必要となり、コスト高になるという問題がある。

【0007】本発明は上記の事情に鑑みてなされたもので、その目的は、高速回転してもステータヨークに渦電流が発生するおそれがなく、また、軸受に予圧機構を設けなくともシャフトの軸方向の振れを防止することができる回転電機を提供するにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の第1の手段は、シャフト及び永久磁石を有するロータと、このロータのシャフトを支承するラジアル軸受と、前記永久磁石を取り巻くように設けられた筒状のステータヨークと、このステータヨークの内側に配設され、前記永久磁石と対向するコイルとを具備し、前記ステータヨークを、細状磁性体を混入してなる樹脂により形成したことを特徴とするものである。

【0009】この手段によれば、ステータヨークは細状磁性体を混入した樹脂により形成されているから、ロータが高速回転しても、渦電流の発生がなく、仮に発生してもごく僅かな電流に抑制できる。

【0010】本発明の第2の手段は、シャフト及び永久磁石を有するロータと、このロータのシャフトを支承するラジアル軸受と、前記シャフトの一端側を支持して該シャフトのスラスト荷重を受けるスラスト軸受と、前記永久磁石を取り巻くように設けられた筒状のステータヨークと、このステータヨークの内側に配設され、前記永久磁石と対向するコイルとを具備し、前記永久磁石の磁束による前記ステータヨークの磁化力が、該ステータヨークの軸方向両側のうち、前記スラスト軸受側の方がその反対側よりも大きくなるように構成したことを特徴とするものである。

【0011】この手段によれば、ステータヨークの一端側と他端側とでは、磁化力が異なるので、永久磁石の磁気中心とステータヨークの磁気中心とがずれるようになる。このため、ロータの永久磁石には、その磁気中心をステータヨークの磁気中心に一致させるような偏倚力が軸方向に作用することとなり、その偏倚力はスラスト軸受により受けられる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明を小形ブラシレスモ

ータに適用して実施例により具体的に説明する。図1～図3は第1実施例を示すもので、まず図1において、ステータヨーク11は上下面が開放された円筒状をなし、その上下両端部には、アルミニウム製の軸受ハウジング12および13が嵌着されている。両軸受ハウジング12および13のうち、上端部側の軸受ハウジング12はベースと兼用され、その外周部にはモータの設置部位への固定用フランジ14が一体に延設されている。

【0013】ステータヨーク11は、図2に示すように、細状磁性体例えば粉状或いは粒状のフェライトや鉄（以下、磁性粉）15を混入した樹脂により形成されている。この場合、磁性粉15の表面は、酸化鉄或いは樹脂コーティングにより絶縁層15aが形成されている。そして、ステータヨーク11のうち上端側は、下端側に比べ内径寸法が拡大されており、これにより、ステータヨーク11の内周面は段付き状になって上端側が径大内周部11aとされ、その径大内周部11aの下方部分は径小内周部11bとされている。

【0014】ステータヨーク11の内側には、複数のコイル16が周方向に沿って間欠的に配設されている。このコイル16は、熱接着性を有する絶縁被覆が施されたマグネットワイヤからなり、予め加熱されてマグネットワイヤの絶縁被覆が互いに接着し合った状態になっている。これにより、コイル16は、1ターン毎のマグネットワイヤがバラバラにならないように固められた状態になっている。

【0015】上記複数のコイル16は、ステータヨーク11の内周面に直接接着されている。この場合、ステータヨーク11の内周面が段付き状になっていることにより、コイル16は、径小内周部11bの内周面に接着され、径大内周部11aに対しては浮き上がってその間に隙間gを形成している。

【0016】このコイル16のステータヨーク11への直接接着は、ステータヨーク11が電氣的絶縁材料である樹脂で形成されており、且つ磁性粉15の表面が電氣的絶縁処理（絶縁層15a）が施されていることにより可能になるもので、コイル16の絶縁被膜が剥がれても、コイル16とステータヨーク11とが短絡状態となるおそれはない。そして、このコイル16のステータヨーク11への直接接着により、ステータヨーク11を径小にでき、モータ全体の小形化を図ることができるものである。

【0017】ステータヨーク11の上端部分には、図3にも示すように、各コイル16の近傍に位置してコイル16と同数の切欠17が形成されており、各コイル16の両端の引出線16aは、切欠17を引出部として該切欠17からステータヨーク11から外部に導出されている。

【0018】このように径大内周部11aにコイル16の引出線16aを引き出すための切欠17を形成したの

で、引出線16aは後述するロータ18との引っ掛かりを防止するために、コイル16とステータヨーク11の内周面との間を通して外部に引き出さねばならないという事情があっても、その引出線16aをコイル16と径大内周部11aの内周面との間に存在する隙間gを通して切欠17から外部に引き出すことができ、引出線16aがコイル16とステータヨーク11の内周面との間に挟み付けられて断線するといった事故の発生を未然に防止することができる。

【0019】さて、ロータ18としては、周方向に沿って複数極に着磁された永久磁石19をシャフト20に装着して構成された永久磁石形ロータが用いられている。このロータ18は、ステータヨーク11の内側に配設され、永久磁石19はステータヨーク11の内周面に接着されたコイル16とラジアル方向に小間隙をもって対向している。

【0020】このロータ18に対して上側の軸受ハウジング12には、2個のラジアル軸受21、22が嵌着されていると共に、下側の軸受ハウジング13の取付孔13a内には、スラスト軸受23が接着されている。ラジアル軸受21、22は、含油メタルにより形成された平軸受からなり、またスラスト軸受23は、硬質材料例えば宝石軸受により形成されたピボット軸受からなり、その上面部には円錐状凹部23aが形成されている。

【0021】そして、ロータ18のシャフト20の上端側がラジアル軸受21、22に挿通されて回転可能に支承されていると共に、シャフト20の下端部はテーパ状で先端が尖った状態に形成され、その先端部がスラスト軸受23の円錐状凹部23aに回転可能に支承されている。この場合、シャフト20の先端状の下端部がスラスト軸受23の円錐状凹部23aに支承されることにより、シャフト20の下向きのスラスト荷重がスラスト軸受23に受けられることはもちろん、シャフト20の下端部のラジアル方向の振れもスラスト軸受23により防止されるようになる。

【0022】上記2個のラジアル軸受21、22を構成する平軸受は同一のもので、その一端側の内径は段付き状に拡大され、この内径の拡大により内周部の一端側には凹部21a、22aが形成されている。そして、2個のラジアル軸受21、22は、凹部21a、22a側を互いに当接させるようにして組み合わされている。

【0023】このような2個のラジアル軸受21、22の組み合わせの結果、閉じられた状態となった凹部21a、22a内には潤滑油或いはグリスSが充填されている。このため、凹部21a、22a内の潤滑油或いはグリスSが長期に渡ってシャフト20とラジアル軸受21、22との摺動面に供給されるようになり、シャフト20、ラジアル軸受21、22の摩耗を長期にわたって防止できる。

【0024】また、2個のラジアル軸受21、22に凹

部21a、22aが形成されていることにより、シャフト20とラジアル軸受21、22との接触面積が小さくなるので、シャフト20の回転時にラジアル軸受21、22との接触による摩擦損失を減少することができる。

【0025】さらに、一般にシャフトのラジアル方向の振れ精度は、ラジアル軸受の支承面の長さ（以下、軸受スパン）により左右されるが、2個のラジアル軸受21、22に凹部21a、22aを設けたことにより、シャフト20とラジアル軸受21、22との接触面積の増加を防止しながら、軸受スパンL（図1参照）を長くすることができる。

【0026】しかも、2個のラジアル軸受21、22を軸受ハウジング12に嵌着する際に、その嵌着位置を変えることにより、ラジアル軸受21、22の軸受スパンLを変えることができるので、シャフト20の回転数が高い場合には軸受スパンLを短くし、要求される振れ精度が高い場合には軸受スパンLを長くする等、回転数や要求される振れ精度に容易に対応できる。

【0027】しかし、ロータ18の永久磁石19は、該永久磁石19を取り巻くステータヨーク11の径大内周部11aから径小内周部11bにわたる部分と対向するように位置されている。従って、永久磁石19のうち径大内周部11aと対向する部分では両者間の間隙G1は大きく、径小内周部11bと対向する部分では両者間の間隙G2は小さくなっている。このため、永久磁石19の磁束による磁化力は径大内周部11aでは小さく、径小内周部11bでは大きいこととなり、永久磁石19の磁気中心はステータヨーク11の磁気中心よりも上に存在するようになる。

【0028】このような磁気中心のずれにより、永久磁石19には、その磁気中心をステータヨーク11の磁気中心に一致させようとする下向きの偏倚力が作用するようになり、その結果、シャフト20に下向きのスラスト力が作用するようになり、そのスラスト荷重はスラスト軸受23によって受けられる。以上のことから、図6に示すボールベアリング7、7によりシャフト6を支承する従来構成のものとは異なり、予圧機構を設けなくとも、シャフト20が軸方向に振れ動くことを防止できる。

【0029】この場合、軸受ハウジング13の取付孔13aへのスラスト軸受23の接着位置を変えて永久磁石19の位置を変えることにより、シャフト20に作用する上記スラスト力を加減することができるので、モータの使用状態を考慮して最適のスラスト力に設定でき、スラスト軸受23との摩擦損失を極力小さくした状態でロータ18を回転させることができる。

【0030】さて、コイル16が通電されると、ロータ18が回転する。このとき、ロータ18の回転位置は図示しないホール素子からなる位置センサにより検出され、その検出位置に基づいて図示しない制御装置が複数

個のコイル16を所定のタイミングで通断電制御することによりロータ18の回転制御がなされる。

【0031】このロータ18の回転時において、ステータヨーク11は磁性粉15を混入した樹脂により形成されているので、ステータヨーク11に作用する高周波磁界により渦電流が発生することを防止でき、仮に発生しても微小電流に抑制することができる。このため、モータ電流が無駄に増加することがなく、またステータヨーク11が渦電流により発熱することも抑制できるので、ラジアル軸受21、22やスラスト軸受23の温度上昇を極力防止でき、その長寿命化を図ることができる。

【0032】図4は本発明の第2実施例を示すもので、上記第1実施例との相違は、ステータヨーク11の内周面を段付き状ではなく、テーパ状に形成したところにある。すなわち、ステータヨーク11の内周面は、永久磁石19を取り巻く部分の全体を上方に向かって漸次径大となるテーパ面11cに形成されている。

【0033】これにより、ステータヨーク11の内周面と永久磁石19との間の間隙は上方に向かって次第に大となるので、ステータヨーク11の一端側である下端側よりも他端側である上端側の方が永久磁石19の磁束による磁化力は小さくなる。このため、永久磁石19の磁気中心はステータヨーク11の磁気中心よりも上に位置することとなり、永久磁石19には下向きの力が作用するようになる。このように構成しても上記第1実施例と同様の効果を得ることができる。

【0034】図5は本発明の第3実施例を示すもので、上記第1実施例との相違は、下側の軸受ハウジング13をステータヨーク11と一体に形成したところにある。

【0035】このように構成した場合には、軸受ハウジング13が樹脂製であるから、スラスト軸受23を取付孔13aに圧入により固定するようにしても、スラスト軸受23が割れたり、欠けたりするおそれがなく、スラスト軸受23を容易に所望の高さ位置に固定できる。

【0036】なお、本発明は上記し且つ図面に示す実施例に限定されるものではなく、以下のような拡張または変更が可能である。径小内周部11aの上端位置は、永久磁石19の上端と下端の間にあれば良く、その位置は、ロータ18に作用させるべき下向きの偏倚力の大きさに応じて変えれば良い。ステータヨーク11の内周面は上端側に向かって漸次径大となる多段形状としても良い。

【0037】ロータ18を縦軸配置とする構成のものに限らず、横軸形配置とする構成のものであっても良い。ラジアル軸受21、22の一端側の内径を径大にする手段としては、該一端側の内周面をテーパ状に形成するものであっても良い。

【0038】ラジアル軸受は3個以上設けても良く、この場合に、偶数個のときは2個ずつ内径を拡大した側を対向させるように組み合わせ配置し、奇数個のときは、

2個ずつ内径を拡大した側を対向させるように配置して残る1個は内径を拡大した側を別のラジアル軸受の内径を拡大していない側に対向させるよう配置する。本発明は、ブラシレスモータに限定されず、モータ一般に適用可能であり、またモータに限られず、発電機に適用しても良い。

【0039】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、次のような効果を得ることができる。請求項1の発明では、ステータヨークが細状磁性体を混入した樹脂製であるから、ロータの回転時にステータヨークに渦電流が発生するおそれがなく、仮に発生しても微小電流に抑制できる。

【0040】請求項2の発明では、細状磁性体の表面が電氣的絶縁処理されているので、ステータヨークでの渦電流の発生をより確実に防止できる。請求項3の発明では、ステータヨークの内周面にコイルを直接接着したので、径方向に小形化できる。

【0041】請求項4の発明では、ロータの永久磁石とステータヨークとの間に作用する磁気力により、ロータに軸方向の偏倚力が作用するので、軸受に予圧機構を設けなくとも、ロータの軸方向の振れを防止できる。請求項5および6の発明では、ロータの永久磁石とステータヨークとの間の磁気中心をずらすことにより、容易にロータに軸方向の偏倚力を作用させることができる。

【0042】請求項7の発明では、コイルの引出線をコイルとステータヨークとの間の隙間を通して容易に外部に引き出すことができる。請求項8の発明では、軸受ハウジングにスラスト軸受を圧入により容易に装着できる。

【0043】請求項9の発明では、ラジアル軸受の個数を変えることにより、シャフトの軸受スパンを容易に変更できる。請求項10の発明では、シャフトとラジアル軸受との接触面積を減少しながら、軸受スパンを長くとることができる。請求項11の発明では、スラスト軸受によりシャフトのラジアル方向振れを防止できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例を示す縦断側面図

【図2】ステータヨークを形成する材料の構成を示すための部分拡大断面図

【図3】コイルと共に示すステータヨークの斜視図

【図4】本発明の第2実施例を示す図1相当図

【図5】本発明の第3実施例を示す図1相当図

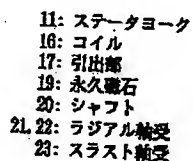
【図6】従来例を示す図1相当図

【図7】コイルを除去して示す横断面図

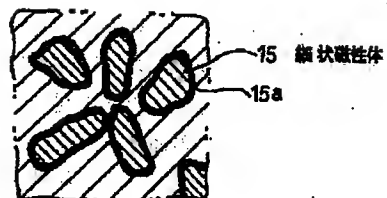
【符号の説明】

図中、11はステータヨーク、12、13は軸受ハウジング、15は磁性粉（細状磁性体）、15aは絶縁層、16はコイル、17は切欠（引出部）、18はロータ、19は永久磁石、20はシャフト、21、22はラジアル

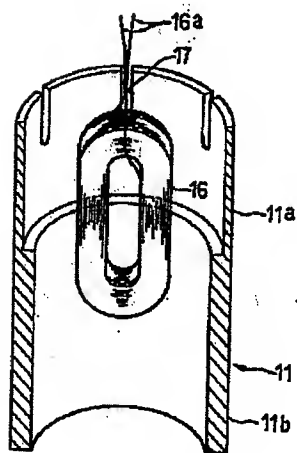
【図 1】



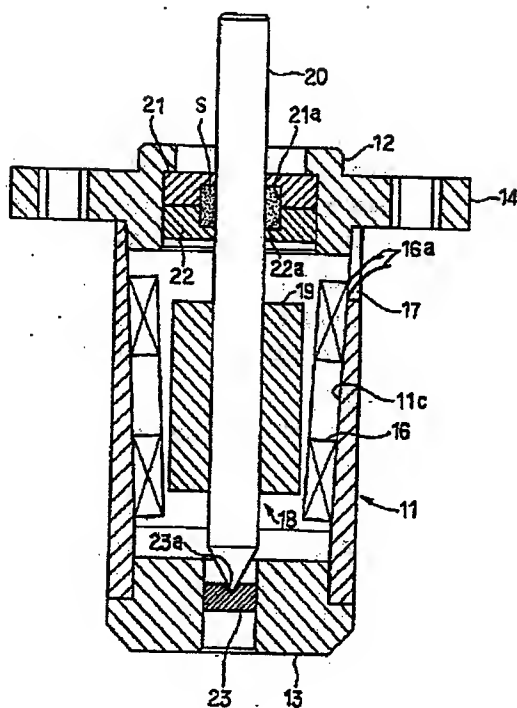
【図2】



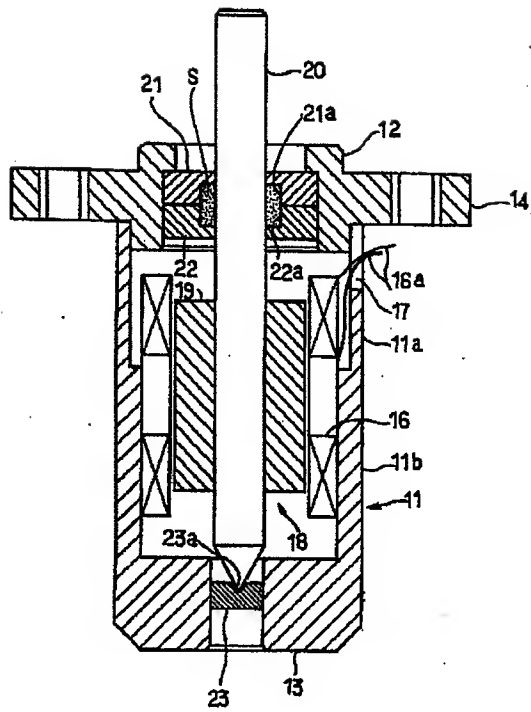
【圖3】



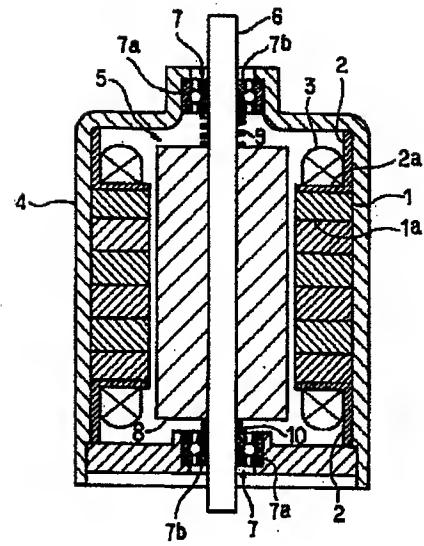
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

